

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 530 934 A1**

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: 92250236.4

Int. Cl.<sup>5</sup>: **B07C 5/34, B29B 17/00,  
B07B 15/00, G01N 21/71,  
G01N 33/44**

Anmeldetag: 31.08.92

Priorität: 04.09.91 DE 4129754

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
10.03.93 Patentblatt 93/10

Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL PT**

Anmelder: **MAB-LENTJES ENERGIE- UND  
UMWELTECHNIK GmbH**  
Berliner Strasse 93  
W-4030 Ratingen 1(DE)

Erfinder: **Dolle, Lothar**

Mont-Cenis-Strasse 164  
W-4690 Herne 1(DE)  
Erfinder: **Kirchgaesser, Peter**  
Gustav-Nachtigal-Strasse 24  
W-5000 Köln 60(DE)  
Erfinder: **Vollmer, Friedel**  
Lessingstrasse 16  
W-4690 Herne 2(DE)

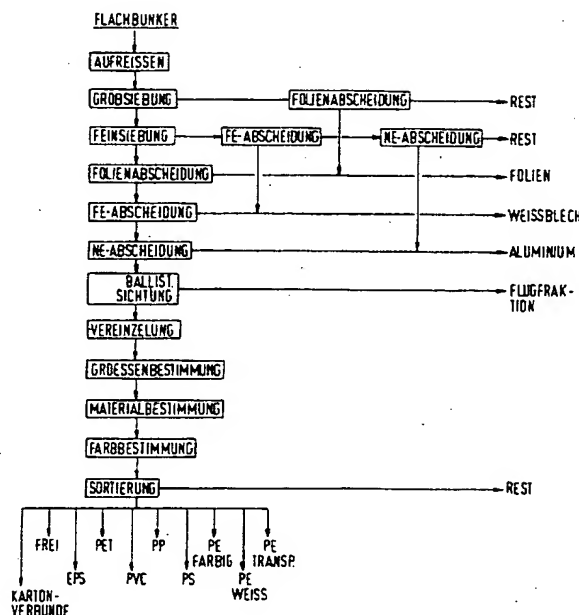
Vertreter: **Meissner, Peter E., Dipl.-Ing. et al**  
Meissner & Meissner, Patentanwaltsbüro,  
Hohenzollerndamm 89  
W-1000 Berlin 33 (DE)

Verfahren zur Gewinnung sortenreiner Kunststofffraktionen.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur rechnergesteuerten Gewinnung sortenreiner Kunststofffraktionen aus großen teils aus Kunststoffteilen, insbesondere aus Verpackungsmaterialien bestehenden Gemengen.

Hierfür sind folgende Verfahrensschritte vorgesehen: Grobsiebung, Feinseibung, Folienabscheidung aus der Mittel- und Grobfraktion, Magnetabscheidung aus der Mittel- und Feinfraktion, Abscheidung von Nichteisenmetallen aus der Mittel- und Feinfraktion, bälstische Sichtung der Mittelfraktion, Vereinzelung der Mittelfraktion optoelektrisch, Spektralanalyse der Teile und rechnergesteuerte Ausschleusung der sortengleichen bzw. unterschiedlichen Teile.

Fig.1



AND- verknüpfung der Infos

- Sorte
- Farbe

Keine vorherige Trennung

Vorteil zu: PC muß Position der Teile jeder Zeit kennen (Sp.4, 34-41; Sp.5, 52 ff)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur rechnergesteuerten Gewinnung sortenreiner Kunststofffraktionen aus zu einem großen Teil aus Kunststoffteilen, insbesondere aus Verpackungsmaterialien bestehenden Gemengen sowie eine Anlage zur Durchführung dieses Verfahrens.

Bei den Bemühungen um eine umweltverträgliche Entsorgung von Abfällen wird den Kunststoffen zunehmende Aufmerksamkeit geschenkt. Die zur Vermeidung einer einfachen Deponierung bisher übliche Verbrennung wird wegen des Risikos der Entstehung gasförmiger Schadstoffe, die eine entsprechend aufwendige Rauchgasreinigung erforderlich machen, häufig nicht mehr gewünscht. Die Errichtung von Verbrennungsanlagen stößt zunehmend auf Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung. Statt dessen wird beabsichtigt, die in den Abfällen enthaltenen Wertstoffe auszusondern und einer Wiederverwertung zuzuführen. Eine Wiederverwertung von Kunststoffen in hochwertigen Produkten setzt jedoch voraus, daß diese in sortenreiner Form zur Verfügung stehen. Bei Verpackungsmaterialien, die in Gewerbebetrieben anfallen, kann vielfach wegen der Größe und Homogenität der Verpackungen eine entsprechend sortenreine Erfassung von vornherein gewährleistet werden.

Dagegen ist eine solche sortenreine Erfassung beispielsweise bei Haushaltsabfällen derzeit praktisch nicht möglich, da es nicht nur eine Vielzahl stofflich verschiedener Kunststoffverpackungen gibt, sondern auch mit einer fehlerhaften Zuordnung beim manuellen Sortieren gerechnet werden muß. Hinzu kommt, daß einem Haushalt nicht zugemutet werden kann, eine größere Vielzahl von unterschiedlichen Erfassungsbehältern zur Sammlung sortenreiner Kunststoffmaterialien bereitzuhalten. Heutige Abfallerfassungssysteme gehen daher höchstens nur so weit, daß sie eine grobe Vorsortierung bei der Erfassung beispielsweise in metallische Abfälle, Papier und Pappe, Kunststoffe und kompostierbare Abfälle vorsehen. Da ohnehin Zuordnungsfehlern in erheblichem Umfang Rechnung getragen werden muß, sieht eine in Deutschland geplante Abfallerfassungsmethode die Bereitstellung von Sammelbehältern für die privaten Haushalte vor, in denen lediglich zwei oder drei Fraktionen getrennt voneinander erfaßt werden sollen, nämlich die Verpackungsmaterialien und die sonstigen Abfälle sowie eventuell zusätzlich auch die kompostierbaren Abfälle.

Um die aus einer Gemengelage völlig unterschiedlicher Materialien bestehenden Verpackungsabfälle wiederverwerten zu können, müssen diese in möglichst sortenreine Fraktionen aufgeteilt werden. Im Grundsatz kann dies durch eine manuelle Sortierung gewährleistet werden, insbesondere wenn eine Kennzeichnungspflicht für Kunststoffe besteht. Wegen des damit verbundenen personellen

Aufwandes und der vergleichsweise geringen Durchsatzleistung bleibt eine solche Sortiermöglichkeit praktisch aber auf die Aussortierung größerer Teile beschränkt. Eine entsprechende Aussortierung auch mittlerer und kleinerer Teile ist wirtschaftlich kaum vertretbar. Hinzu kommt der Umstand, daß manuelle Sortierarbeitsplätze aus der Sicht der Humanisierung der Arbeit wenig wünschenswert sind.

Bei der manuellen Sortierung kommt insbesondere im Hinblick auf die große Zahl unterschiedlicher Kunststoffe hinzu, daß bei der Erkennung des Materialtyps und bei der anschließenden Zuordnung zur sortenreinen Erfassung eine hohe Fehlerquote zu erwarten ist, die die Verwertbarkeit der gewonnenen Fraktionen beeinträchtigen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu dessen Durchführung anzugeben, das eine möglichst automatische Sortierung von Kunststoffabfällen, die auch außerhalb der Hausmüllfassung (z.B. Material aus Shredderanlagen) angefallen sein können, bei gleichzeitig geringer Fehlerquote gewährleistet.

Gelöst wird diese Aufgabe hinsichtlich des Verfahrens mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1; zweckmäßige Weiterbildungen dieses Verfahrens sind durch die Merkmale der Unteransprüche 2 bis 11 näher gekennzeichnet. Eine erfindungsgemäße Vorrichtung weist die Merkmale des Patentanspruchs 12 auf und ist durch die Merkmale der Unteransprüche 13 bis 18 in vorteilhafter Weise ausgestaltbar.

Die Erfindung geht einerseits davon aus, daß es bekannt ist, zur Gewinnung von Wertstoffen aus Müll diesen manuell zu sortieren. Andererseits ist es bekannt, Stoffe anhand einer Spektralanalyse zu identifizieren. Nicht bekannt ist es jedoch, Kunststoffe in einem kontinuierlichen Durchlauf mit hoher Durchsatzgeschwindigkeit in jedem einzelnen Stück einer Spektralanalyse, insbesondere einer Analyse auf der Basis des Spektralbereichs des ultravioletten, des sichtbaren und des infraroten Lichtes zu unterziehen und das Ergebnis zur gezielten maschinellen Ausschleusung der einzelnen Teile im Sinne einer sortenreinen Erfassung zu nutzen. Da die Analysevorgänge und Ausschleusvorgänge sehr schnell erfolgen müssen, um eine für den großtechnischen Einsatz ausreichende Durchsatzmenge zu gewährleisten, ist eine Rechnersteuerung dieses Teils des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der in den Figuren 1 und 2 jeweils in Form eines Verfahrensschemas wiedergegebenen Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Aus einem Flachbunker werden die zu sortierenden Kunststoffabfälle entnommen. Kunststoffsäcke und -tüten werden zunächst geöffnet. Dies

kann beispielsweise durch Aufreißen mittels feststehender oder bewegter Messer erfolgen. Es kann auch vorteilhaft sein, für das Öffnen einen feinen Hochdruckwasserstrahl zu verwenden. Danach wird eine zweistufige Siebung (grob und fein) durchgeführt. Um besonders großstückige oder großflächige Teile (Grobfraktion) abzutrennen, die den weiteren Verfahrensgang stören könnten, weist das Grobsieb eine Maschenweite von 300 - 600 mm, vorzugsweise bis zu 500 mm, insbesondere bis zu 400 mm auf. Die Abtrennung der Grobfraktion könnte auch auf manuellem Wege durchgeführt werden oder wäre nicht notwendig, wenn bei der Abfallstoffsammlung von vornherein sichergestellt würde, daß die maximal zulässige Teilegröße nicht überschritten wird. Im Regelfall ist jedoch die beschriebene Art der Siebung vorzuziehen, zumal mit Fehlern bei der Bereitstellung der zu sortierenden Materialien zu rechnen ist. Die Grobfraktion mit den übergroßen Teilen wird einer Folienabscheidung unterzogen, und kann dann z.B. auf manuellem Wege einer Wiederverwertung zugeführt werden. Grundsätzlich wäre es auch möglich, das gesamte Material vor der Siebung durch eine Grobzerkleinerung gehen zu lassen. Das hätte aber den Nachteil, daß auch bereits ausreichend kleine Teile noch weiter zerkleinert würden und somit der nachfolgende Sortieraufwand wegen der Stückzahlerhöhung unnötig vergrößert würde. Außerdem würde die Fraktion des nicht verwertbaren Feinanteils unnötig vergrößert, also die Rückgewinnungsquote verschlechtert.

Der Unterlauf der Grobsiebung wird in einem nachgeschalteten Feinsieb weiter aufgeteilt in eine Mittel- und eine Feinfraktion. Die Feinfraktion aus der Feinsiebung wird durch einen Magnetabscheider und einen Nichteisenmetallabscheider von ferromagnetischen Stoffen (vorwiegend Weißblech) und Nichteisenmetallen befreit und aus dem Verfahren ausgeschleust.

Die gewonnene Mittelfraktion, die keine übergroßen Teile mehr enthält, wird ebenfalls wie die Grobfraktion durch eine Folienabscheidung, die beispielsweise auf pneumatischem Wege arbeitet, geführt. Die dabei abgeschiedenen Folien werden mit den übergroßen Folien aus der zuerstgenannten Folienabscheidung zusammengeführt und für eine Wiederverwertung bereitgestellt.

Danach wird auch die Mittelfraktion durch eine Magnetabscheidung (FE-Abscheidung) von ferromagnetischen Stoffen und durch eine NE-Abscheidung von anderen metallischen Stoffen (hauptsächlich Aluminium) befreit. Die NE-Abscheidung wird vorteilhaft in an sich bekannter Weise mit Hilfe der magnetischen Wirkung induzierter Wirbelströme vorgenommen. Entsprechende Anlagen sind beispielsweise bekannt aus der Veröffentlichung "Separationsanlagen für Nichteisenmetalle"

(Aluminium, 65 (1989) 11, Seite 1125-1131). Die von Metallen befreite Mittelfraktion wird dann einer ballistischen Sichtung unterzogen, wobei eine vorwiegend aus Papier und restlichen Folien bestehende Flugfraktion abgeschieden wird. Die im Verfahren verbleibende Fraktion besteht fast vollständig aus Hartkunststoffen, die nachfolgend sortiert werden. Die in diesem Beispiel gewählte Reihenfolge der Verfahrensschritte Folienabscheidung, FE-Abscheidung und NE-Abscheidung ist nicht zwingend, sondern könnte auch geändert werden. Diese drei Verfahrensschritte sollten jedoch sinnvollerweise vor der ballistischen Sichtung ausgeführt werden.

Die Gewinnung sortenreiner Kunststofffraktionen beginnt mit einer nicht dargestellten Vereinzelung der Teile der verbleibenden Mittelfraktion, die strikt nacheinander einzeln in einem "kontinuierlichen Fluß" (z.B. auf einem Transportband) durch die weitere Anlage des erfindungsgemäßigen Verfahrens geführt werden die von einem Rechner gesteuert wird. Die Vereinzelung kann beispielsweise in einfacher Weise durch zwei oder mehr hintereinander geschaltete Förderbänder mit jeweils höherer Geschwindigkeit realisiert werden. Nach der Vereinzelung wird zunächst die Größe des jeweils auf das Transportband gelangten Teils ermittelt (Größenbestimmung) und zeitkonform gespeichert. Die Größenbestimmung erfolgt auf optoelektronischem Wege, also berührungslos, beispielsweise mittels eines Kamerasystems oder eines Systems von Lichtschranken, die signaltechnisch mit dem Rechner verbunden sind.

Hierdurch wird der Rechner, der auch über die Geschwindigkeit des Transportbandes und deren Veränderungen laufend informiert ist, in die Lage versetzt, zu jedem beliebigen Zeitpunkt Ort und Lage der einzelnen Teile auf dem Transportband errechnen zu können. Dies ist wichtig für die nachfolgende Materialerkennung, die ebenfalls berührungslos durch eine Spektralanalyse erfolgt. Bekannt ist es, ein Spektrum dadurch zu erzeugen, daß mittels Elektroden ein Lichtbogen erzeugt wird, der eine geringe Menge des zu analysierenden Stoffs verdampft und ein elektromagnetische Wellen aussendendes Plasma erzeugt. Da der Elektrodenabstand zur Oberfläche des zu untersuchenden Teils vergleichsweise gering sein muß und im vorliegenden Fall die einzelnen zu identifizierenden Teile jeweils eine völlig unterschiedliche Geometrie aufweisen, wäre eine solche Art der Spektralanalyse wenig geeignet. Ebenfalls weniger für eine großtechnische Anwendung zweckmäßig wäre es, ein Spektrum z.B. in Form eines Infrarotspektrums zu erzeugen, in dem eine Durchstrahlung der einzelnen Teile mittels Infrarotlicht vorgenommen wird, da beispielsweise das Transportband hierbei hinderlich ist.

Demgegenüber ist es erfindungsgemäß zu bevorzugen, eine lasergestützte Emissionsspektroskopie anzuwenden, bei der mittels einer gepulsten Laserstrahlung eine kleine Materialprobe im Bereich der Oberfläche des zu untersuchenden Teils verdampft und in einen Plasmazustand überführt wird, so daß die von dem Plasma ausgehende Strahlung spektroskopisch untersucht werden kann.

Dies hat den großen Vorteil, daß der Abstand des Lasers von der Oberfläche des Teils relativ groß gehalten werden kann und der Strahlungskopf des Lasers nicht ständig auf einen neuen Abstand genau eingestellt werden muß.

Bekannt ist die lasergestützte Emissionsspektroskopie für die Identifizierung metallischer Werkstoffe, insbesondere von Stahl- und Aluminiumwerkstoffen. Für die Identifizierung von Kunststoffen wurde sie bisher nicht angewandt.

Erfindungsgemäß wird es besonders bevorzugt, die Identifizierung der Kunststoffart des jeweiligen Teils durch einen Vergleich von gemessenen Spektrallinien aus dem Bereich des ultravioletten, des sichtbaren und des infraroten Lichtes mit im Rechner gespeicherten Vergleichsspektren durchzuführen, die bestimmten Materialarten zugeordnet sind. Es hat sich überraschend herausgestellt, daß hierdurch eine sehr schnelle (Meßdauer unterhalb des Mikrosekundenbereichs), einfache und dennoch zuverlässige Materialidentifizierung möglich ist. Im einzelnen kann für die Identifizierung eine Vielzahl von Unterscheidungskriterien herangezogen werden, die sich aus den qualitativen und quantitativen Aussagen der Spektralanalyse ergeben. So ist beispielsweise für Kunststoffe wie PS, PVC, und PET das Zahlenverhältnis der Wasserstoffatome zu den Kohlenstoffatomen je Molekül bestimmend. Es beträgt 1 bzw. 1,5 bzw. 0,8. Für PVC ist außerdem die Spektrallinie des enthaltenen Chlor charakteristisch. Dagegen lassen sich PE und PP nicht durch das Verhältnis H : C unterscheiden, da es in beiden Fällen 2 beträgt. Dennoch ergeben sich aus der Spektralanalyse auch hierfür Unterscheidungsmerkmale. Ermittelt man nämlich die Fläche unter einer oder mehreren Linien von ausgewählten Bereichen im Spektrum und setzt diese ins Verhältnis zur Fläche unter einer oder mehreren Linien von ausgewählten Bereichen des Untergrundes, so ergeben sich für PE und PP jeweils signifikant unterschiedlich hohe Zahlenwerte. Diese liegen bei PP meistens um mindestens 50 % bzw. mindestens 30 % über denen des PE.

Da der Rechner, der den Materialidentifizierungsteil der Anlage steuert, über die örtliche Lage des zu untersuchenden Teils ständig informiert ist, kann er die Laserstrahlung so richten, bzw. zu einem geeigneten Zeitpunkt auslösen, daß sie sicher auf die Oberfläche dieses Teils auftrifft und die erforderliche Verdampfung einer kleinen Materi-

alprobe bewirkt. Um die Meßgenauigkeit zu verbessern und von Zufallsergebnissen (z.B. geringfügige Materialinhomogenität, Oberflächenverschmutzungen, Farbaufdrucke usw.) unabhängig zu machen, sollten für jedes Teil mindestens zwei, besser noch drei oder mehr Messungen an verschiedenen Stellen der Oberfläche vorgenommen werden. Wenn jede Messung zu dem gleichen Ergebnis führt, kann eine völlig eindeutige Identifizierung durch den Rechner erfolgen. Ergeben sich stärkere Unterschiede, wird das jeweilige Teil als nicht identifizierbar vermerkt.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung weist das dargestellte Verfahrensschema in Transportrichtung hinter der Materialerkennung noch eine zusätzliche Farberkennung auf, die beispielsweise mittels einer Farbkamera oder besonders vorteilhaft anhand einer Spektralanalyse erfolgen kann.

Letzteres ist möglich, weil zur Einfärbung der Kunststoffe für bestimmte Farben üblicherweise jeweils ganz bestimmte Elemente verwendet werden, deren Spektren jeweils eindeutige Charakteristiken aufweisen. Zweckmäßigerweise wird die spektralanalytische Farberkennung zusammen mit der Materialarterkennung, also durch Auswertung desselben Spektrums durchgeführt. Das Farberkennungssystem ist in jedem Fall signaltechnisch mit dem Rechner verbunden so daß das gemessene Ergebnis dem jeweiligen untersuchten Teil eindeutig zugeordnet werden kann. Auf diese Weise identifiziert der Rechner jedes Teil nicht nur nach Materialart, sondern im Bedarfsfall zusätzlich auch nach Farbe.

Mit diesen Informationen kann der Rechner eine Ausschleusvorrichtung ansteuern, so daß jedes einzelne Teil z.B. in einen ganz bestimmten Sammelbehälter oder auf ein Förderband mit eindeutiger Zuordnung zu einer bestimmten Materialart und ggf. darüberhinaus zu einer bestimmten Farbe gelenkt wird. Nicht identifizierbare Teile werden in einen gemeinsamen Sammelbehälter (Rest) befördert, von wo aus sie entweder von Hand weitersortiert oder einer Verbrennung oder auch einer Weiterverwendung mit besonders niedrigen Ansprüchen an die Materialgleichartigkeit (z.B. Verpressung zu Dämm-Material) zugeführt werden können. Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind als Einzelfraktionen, die am Ende des Verfahrens als Wertstoffe gewonnen werden, neben den Kartonverbundpackungen insgesamt neun Kunststofffraktionen dargestellt, wobei die Fraktion Polyäthylen (PE) in drei Einzelfraktionen für transparentes, weißes bzw. farbiges PE weiter aufgeteilt ist. Für die anderen Kunststoffarten wurde hier keine Farbaufteilung vorgesehen. Diese wäre ohne weiteres möglich und insbesondere dann sinnvoll, wenn der relative Mengenanteil dieser Kunststoffarten gegenüber dem zur Zeit klar dominierenden Anteil des

AND - Var-  
Knäpf?

Polyäthylen steigen würde.

Die Ausschleusvorrichtung wird zweckmäßigerweise als System von Pneumatikdüsen ausgebildet, die in Transportrichtung hintereinander seitlich am Transportband angeordnet sind und mit ihrer Blasrichtung quer zur Transportrichtung stehen. Auf der einer Düse gegenüberliegenden Seite ist jeweils ein Sammelbehälter oder ein Förderband für die Abförderung ausgeschleuster Teile angeordnet.

Wenn nun ein Teil gerade an dem Sammelbehälter oder dem Förderband vorbeiläuft, der bzw. das der Materialart und ggf. zusätzlich auch der Farbe dieses Teils eindeutig zugeordnet ist, dann wird durch den Rechner ein Absperrventil geöffnet, das Druckluft durch die jeweilige Düse strömen läßt und dadurch das Teil in die richtige Sammel-einrichtung für diesen Kunststoff bläst. Selbstverständlich könnte die Ausschleusvorrichtung auch anders ausgebildet sein und beispielsweise in das Förderband einschwenkbare Abweisklappen aufweisen, die im Sinne von Weichen eine gezielte Umlenkung einzelner Teile in eine bestimmte Richtung bewirken können. Das Pneumatikdüsen-system ist jedoch in der Regel wegen seiner Einfachheit, großen Störsicherheit und schnellen Ansprechbarkeit vorteilhafter.

Figur 2 zeigt ein Verfahrensschema der Erfindung das sich im wesentlichen nur im vorgeschalteten Aufbereitungsteil vor der ballistischen Sichtung unterscheidet. Die aus dem Flachbunker entnommenen Kunststoffabfälle werden zunächst in einem ersten Grobsieb von übergroßen Teilen (Siebüberlauf) befreit, wobei letztere zunächst einer pneumatischen Folienabscheidung unterzogen werden. Erst danach werden die in der Grobfraction enthaltenen Tüten geöffnet und mit den übrigen Teilen der Grobfraction einer zweiten Grobsiebung mit gegenüber dem ersten Grobsieb geringerer Maschenweite zugeführt. Der Siebüberlauf wird als Rest ausgeschleust, während der Siebunterlauf zusammen mit dem Siebunterlauf der ersten Grobsiebung einer Feinsiebung unterzogen wird.

Die dabei als Siebunterlauf abgetrennte Feinfraktion wird nach Aussonderung von Eisen und Nichteisenmetallen als nicht verwertbarer Rest ausgeschleust. Der Siebüberlauf der Feinsiebung stellt die verwertbare Mittelfraction dar, die wie in Fig. 1 nach Abscheidung von Eisen- und Nichteisenmetallbestandteilen in die ballistische Sichtung gegeben und anschließend in der bereits beschriebenen Weise sortiert wird.

Eine Anlagenkonfiguration gemäß Fig. 2 hat gegenüber der Variante gemäß Fig. 1 den Vorteil, daß weniger und kürzere Transportbänder zur Verbindung der einzelnen Aggregate erforderlich sind. Dies ermöglicht ein kompakteres Layout der Anlage und verringert somit das umbaute Volumen; die Höhe des Investitionsaufwandes kann daher ent-

sprechend gesenkt werden.

Mit der vorliegenden Erfindung ist es möglich, eine sortenreine Rückgewinnung von Kunststofffraktionen insbesondere aus Verpackungsabfällen in großtechnischem Maßstab bei hoher Rückgewinnungsquote auf rein maschinellern Wege durchzuführen, so daß eine fehlerbehaftete manuelle Sortierung, die eine aus humanitärer Sicht belastende Tätigkeit darstellt und sehr kostenaufwendig ist, unterbleiben kann. Durch die gewählte Analyse-methode und die extrem schnelle Verarbeitung der erforderlichen Prozeßdaten in der Rechnersteuerung kann eine sehr hohe Sortiergeschwindigkeit und damit eine hohe Durchsatzleistung in einer erfindungsgemäßen Anlage gewährleistet werden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur rechnergesteuerten Gewinnung sortenreiner Kunststofffraktionen aus großenteils aus Kunststoffteilen, insbesondere aus Verpackungsmaterialien bestehenden Gemengen, gekennzeichnet durch die Kombination folgender Verfahrensschritte:

a) Durch eine Grobsiebung werden mindestens die über 600 mm großen Teile des Gemenges (Grobfraktion) aussortiert.

b) Zur Abtrennung einer Feinfraktion von einer Mittelfraction wird das verbleibende Gemenge aus Verfahrensstufe a) einer Feinsiebung mit einer Maschenweite von mindestens 15 mm bis maximal 50 mm unterzogen.

c) Die Mittel- und die Grobfraction werden einer Folienabscheidung unterzogen.

d) Die Mittel- und die Feinfraktion werden zur Abtrennung ferromagnetischer Stoffe jeweils einer Magnetabscheidung unterzogen.

e) Die Mittel- und die Feinfraktion werden jeweils einer Abscheidung von Nichteisenmetallen unterzogen.

f) Die Mittelfraction wird nach Durchführung der Verfahrensstufen a) bis e) einer ballistischen Sichtung unterzogen, in der als Flugfraktion insbesondere Papier und restliche Folien abgetrennt werden.

g) Die Teile der verbleibenden Mittelfraction aus Verfahrensstufe f) werden vereinzelt und strikt hintereinander durch die weiteren Verfahrensstufen transportiert.

h) Die Größe der einzelnen Teile der vereinzelteten Mittelfraction wird jeweils von der Rechnersteuerung durch optoelektronische Messung erfaßt.

i) Die Materialart jedes einzelnen Teils wird während des Transports durch eine Spektralanalyse bestimmt.

- k) Das Ergebnis der Spektralanalyse wird an die Rechnersteuerung gegeben.
- l) Entsprechend dem Ergebnis der Spektralanalyse wird von der Rechnersteuerung eine Ausschleusvorrichtung angesteuert, die das jeweilige Teil mit sortengleichen anderen Teilen in eine entsprechende Sammel-einrichtung befördert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Durchführung der Spektralanalyse eine Materialprobe des jeweiligen Teils mittels eines von der Rechnersteuerung ausgelösten und auf das Teil gerichteten Laserstrahlimpulses verdampft und in ein Plasma umgewandelt wird.
  3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Materialerkennung durch Vergleich der jeweils ermittelten Spektrallinien aus dem Bereich der ultravioletten, der sichtbaren und der infraroten Strahlung mit in der Rechnersteuerung gespeicherten Vergleichsspektren erfolgt, die einzelnen Kunststoffarten zugeordnet sind.
  4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Materialbestimmung für jedes Teil durch mindestens 2, vorzugsweise 3 auf verschiedene Stellen des Teils gerichtete Probenahmen erfolgt.
  5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß über die Spektralanalyse zur Erkennung der Materialart hinaus eine Farbbestimmung für das jeweilige Teil erfolgt, deren Ergebnis zur Erzielung einer zusätzlichen Sortierung der Teile nach Farben an die Rechnersteuerung gegeben wird.
  6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Farberkennung mit Hilfe einer Farbkamera erfolgt.
  7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Farberkennung durch Auswertung charakteristischer Ausschnitte des in der Spektralanalyse ermittelten Wellenspektrums erfolgt.
  8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassung der Teilegröße mittels Lichtschranken erfolgt.
  9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassung der Teilegröße mittels einer Kamera erfolgt.
  10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Siebung zur Abtrennung der Feinfraktion mit einer Maschenweite von 25 - 40 mm durchgeführt wird.
  11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Grobsiebung die maximale Teilegröße der Mittelfraktion auf 500 mm, vorzugsweise auf 400 mm beschränkt wird.
  12. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Kombination folgender Merkmale:
    - Es sind mindestens ein Grobsieb mit einer Maschenweite von 300 - 600 mm und ein nachgeschaltetes Feinsieb mit einer Maschenweite von 15 - 50 mm zur Aufteilung des Gemenges in eine Grobfraktion, eine Mittelfraktion und eine Feinfraktion vorgesehen.
    - Hinter den beiden Sieben ist jeweils eine Vorrichtung zur Folienabscheidung aus der Mittel- und der Grobfraktion angeordnet.
    - Hinter den beiden Sieben ist jeweils eine Vorrichtung zur Aussonderung ferromagnetischer Stoffe (Magnetabscheider) aus der Mittel- und der Feinfraktion angeordnet.
    - Hinter den beiden Sieben ist außerdem jeweils eine Vorrichtung zur Aussonderung von Nichteisenmetallen (NE-Metallabscheider) aus der Mittel- und der Feinfraktion angeordnet.
    - Hinter dem NE-Metallabscheider und dem Magnetabscheider für die Mittelfraktion ist ein ballistischer Sichter zur Abtrennung von Papier und restlichen Kunststofffolien angeordnet.
    - Hinter dem Sichter ist eine Einrichtung zur vereinzeltten Ausgabe der Kunststoffteile auf ein Transportband angeordnet, wobei die Vereinzeltungseinrichtung eine strikte Hintereinanderanordnung der Kunststoffteile auf dem Transportband gewährleistet.
    - In unmittelbarer Nähe des Transportbandes ist eine Einrichtung zur Größenerfassung der vereinzeltten Kunststoffteile angeordnet.



- In Transportrichtung hinter der Größenerfassungseinrichtung ist eine Einrichtung zur berührungslosen Durchführung einer Spektralanalyse an den vereinzelt Kunststoffteilen angeordnet. 5
- In Transportrichtung hinter der Einrichtung zur Spektralanalyse ist eine mehrkanalige Ausschleusvorrichtung angeordnet, deren mehrere Ausschleuskanäle jeweils einem bestimmten Kunststoff zugeordnet sind. 10
- Es ist eine Rechnersteuerung vorgesehen, die signaltechnisch mit der Transporteinrichtung, der Größenerfassungseinrichtung, der Einrichtung zur Spektralanalyse und der Ausschleusvorrichtung verbunden ist und artgleiche Kunststoffteile jeweils in gleicher Weise aus dem Transportband ausschleust zur Bildung sortenreiner Kunststofffraktionen. 15 20

steht und die jeweils separaten Sammeleinrichtungen zugeordnet sind.

13. Anlage nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Spektralanalyse ein Spektrometer für den Bereich der ultravioletten, sichtbaren und infraroten Strahlung ist, der die Erzeugung des Spektrums mittels einer gepulsten Laserstrahlung vornimmt. 25
14. Anlage nach einem der Ansprüche 12 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Größenbestimmung der Kunststoffteile als Lichtschrankensystem oder als Kamerasystem ausgebildet ist. 30 35
15. Anlage nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Ausschleusvorrichtung eine mit der Rechnersteuerung signaltechnisch verbundene Einrichtung zur Farberkennung der Kunststoffteile angeordnet ist. 40
16. Anlage nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Maschenweite des Feinsiebs 25 mm bis 40 mm beträgt. 45
17. Anlage nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Maschenweite des Grobsiebs auf 500 mm, vorzugsweise auf 400 mm beschränkt ist. 50
18. Anlage nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausschleusvorrichtung als System von in Transportrichtung hintereinander angeordneten Druckluftdüsen ausgebildet ist, deren Blastrichtung jeweils quer zur Transportrichtung 55

Fig.1

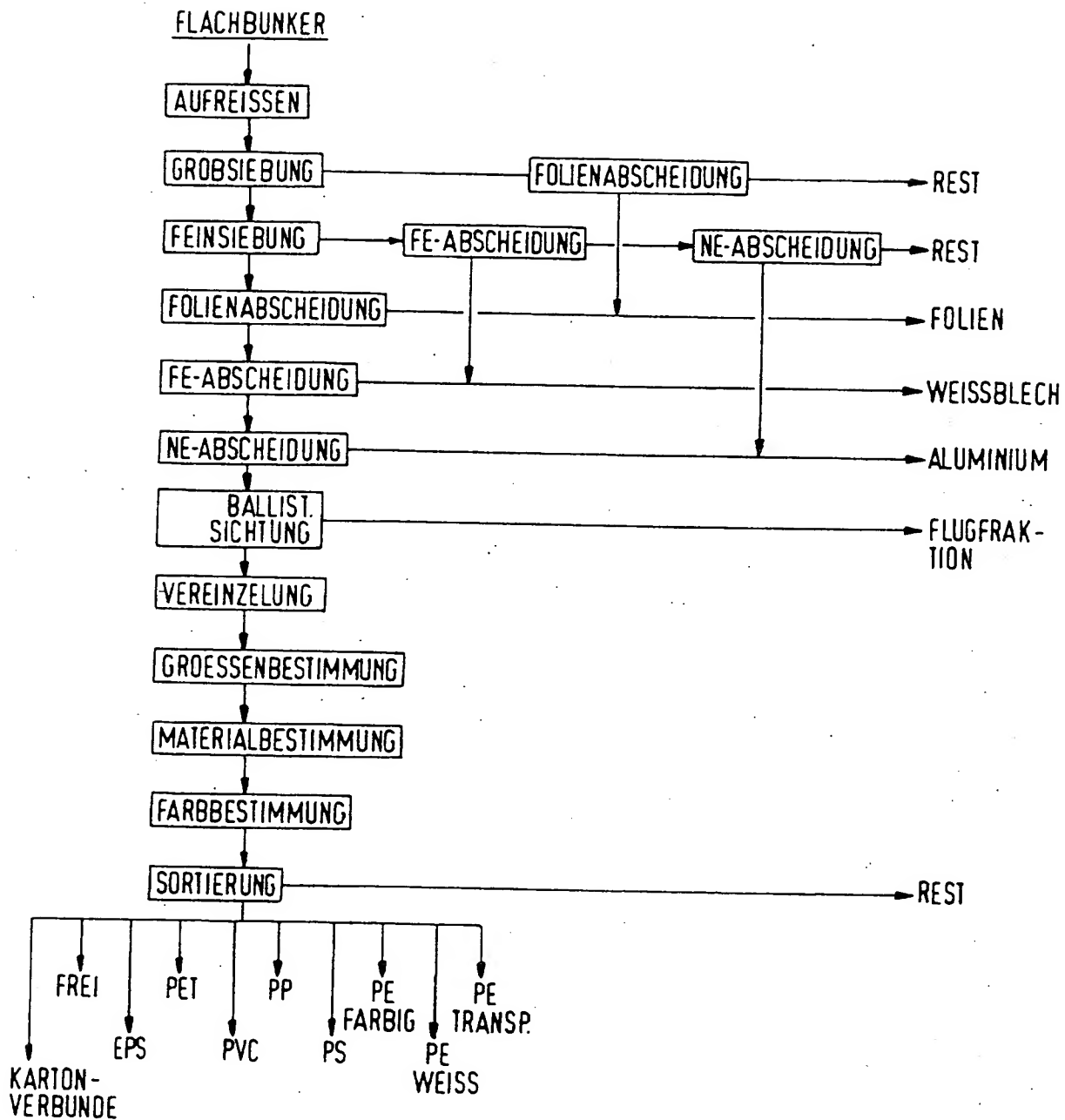
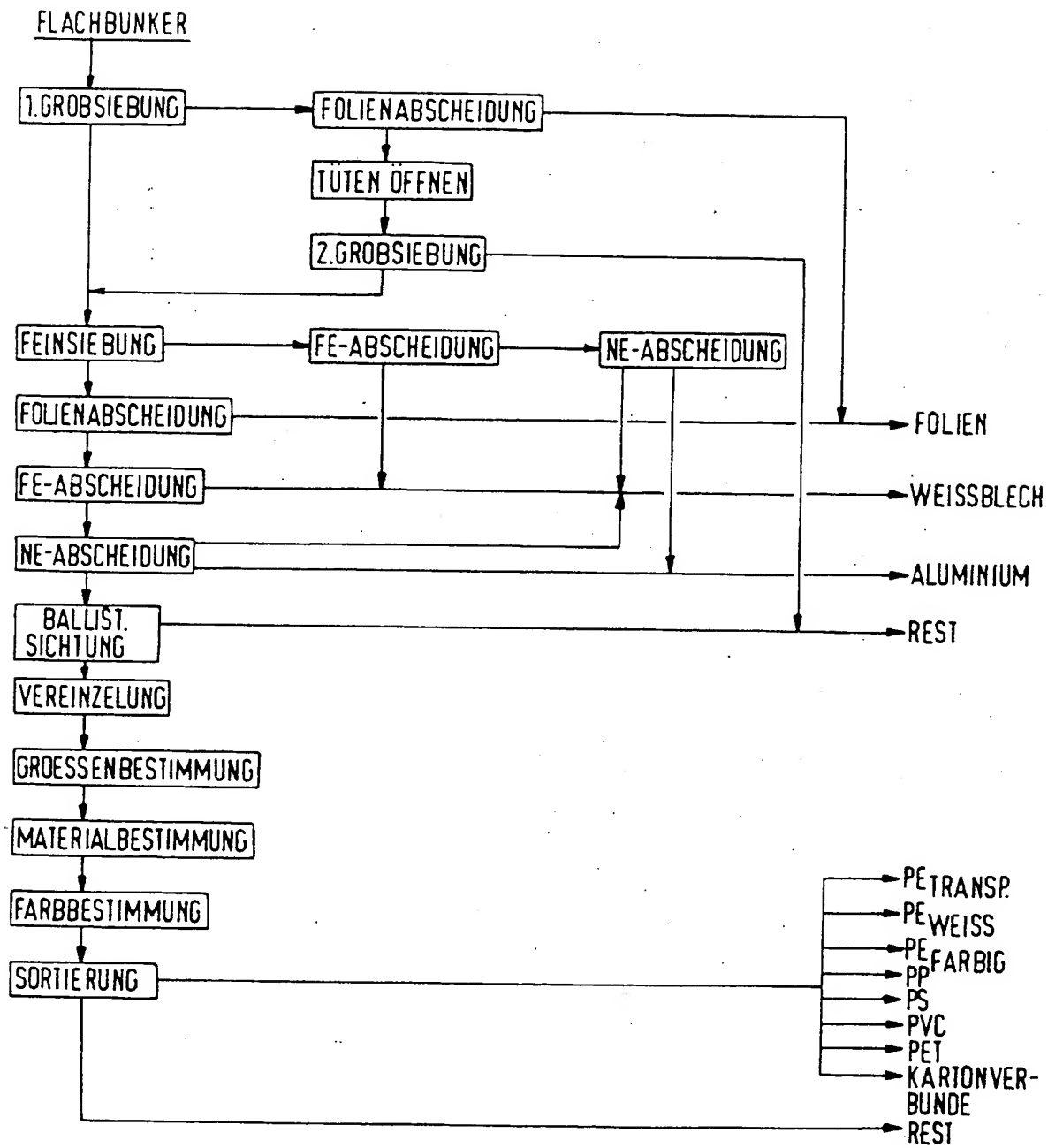


Fig.2





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

## EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

EP 92250236.4

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
P, A	EP - A - 0 497 397 (METALLGESELLSCHAFT AG) * Gesamt *	1, 3, 5, 8, 12, 14, 15	B 07 C 5/34 B 29 C 17/00 B 07 B 15/00 G 01 N 21/71 G 01 N 33/44
P, A	WO - A - 92/07 332 (AUTOMATION INDUSTRIAL CONTROL) * Seite 5 - Seite 14; Seite 26; Fig. 1 *	1, 5, 6, 12, 15	
A	EP - B - 0 293 983 (METALLGESELLSCHAFT AG) * Spalte 3, Zeilen 20-44; Fig. 1 *	1, 2, 12, 13	
A	DE - A - 4 004 627 (FRIED. KRUPP GMBH) * Spalte 2, Zeilen 3-19, 48-61; Fig. 2 *	2, 3, 4, 13	
A	US - A - 4 728 045 (TOMASZEK) * Spalte 3, Zeilen 12-34, 48-56; Fig. 2 *	1, 12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)  G 07 C 5/00 B 29 B 17/00 B 07 B 15/00 G 01 N 21/00 G 01 N 33/00 B 07 B 13/00 G 06 F 15/00 B 02 C 19/00 B 02 C 23/00 B 03 C 1/00
A	US - A - 4 929 342 (JOHNSTON) * Spalte 2, Zeilen 21-37 *	1, 12	
A	US - A - 4 844 351 (HOLLOWAY) * Spalte 3, Zeilen 21-27; Spalte 6, Zeilen 13-36; Fig. 1 *	1, 12	
A	DE - A - 2 552 481 (AB SVENSKA FLÄKTFABRIKEN) * Seite 5, Zeile 9 - Seite 6, Zeile 9 *	1, 12	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 06-11-1992	Prüfer WEISS
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, überein- stimmendes Dokument			

EPA Form 1503 03/82